

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

#2

JC929 U.S. PTO  
09/891213  
06/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-192455

出 願 人

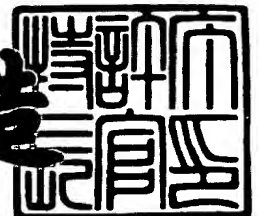
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 3月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3025530

【書類名】 特許願

【整理番号】 7411210254

【提出日】 平成12年 6月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 入江 重夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 極端紫外光を、所望のパターンが形成されているフォトマスクを介してレジスト膜に照射して、前記所望のパターンを前記レジスト膜に転写する露光方法において、

前記極端紫外光を前記フォトマスクを介して前記レジスト膜に照射する前に、前記フォトマスクの表面に付着している堆積膜を除去するクリーニング工程を備えていることを特徴とする露光方法。

【請求項2】 前記クリーニング工程は、前記フォトマスクの表面に付着している堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の露光方法。

【請求項3】 表面にレジスト膜が形成されている基板を真空チャンバーの内部に保持する工程と、

前記真空チャンバーの内部において、所望のパターンを有するフォトマスクの表面に形成されている堆積膜を前記真空チャンバーの内部に発生させた酸素プラズマにより除去する工程と、

極端紫外光を、表面に形成されている堆積膜が除去された前記フォトマスクを介して前記レジスト膜に照射して前記フォトマスクのパターンを前記レジスト膜に転写する工程とを備えていることを特徴とする露光方法。

【請求項4】 第1の真空チャンバーの内部において、所望のパターンを有するフォトマスクの表面に形成されている堆積膜を、前記第1の真空チャンバーの内部に発生させた酸素プラズマにより除去する工程と、

第2の真空チャンバーの内部において、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する工程と、

表面に形成されている堆積膜が除去された前記フォトマスクを前記第1の真空チャンバーの内部から前記第2の真空チャンバーの内部にインラインで移送する工程と、

第2の真空チャンバーの内部において、極端紫外光を前記フォトマスクを介し

て前記レジスト膜に照射して前記フォトマスクのパターンを前記レジスト膜に転写する工程とを備えていることを特徴とする露光方法。

【請求項 5】 真空チャンバーと、

前記真空チャンバーの内部に設けられ、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する基板ホルダーと、

前記真空チャンバーの内部に設けられ、極端紫外光を所望のパターンが形成されているフォトマスクを介してレジスト膜に照射して前記フォトマスクのパターンを前記レジスト膜に転写する光学系と、

前記真空チャンバーの内部に酸素ガスを導入するガス導入手段と、

前記真空チャンバーの内部に導入された前記酸素ガスからなるプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備えていることを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 第 1 の真空チャンバーと、

前記第 1 の真空チャンバーの内部に酸素ガスを導入するガス導入手段と、

前記第 1 の真空チャンバーの内部に導入された前記酸素ガスからなるプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

第 2 の真空チャンバーと、

前記第 2 の真空チャンバーの内部に設けられ、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する基板ホルダーと、

前記第 2 の真空チャンバーの内部に設けられ、極端紫外光を所望のパターンが形成されているフォトマスクを介して前記レジスト膜に照射して前記フォトマスクのパターンを前記レジスト膜に転写する光学系と、

前記光学系を構成する前記フォトマスクを前記第 1 のチャンバーの内部と前記第 2 のチャンバーの内部との間でインラインで移送する移送手段とを備えていることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明に属する技術分野】

本発明は、レジスト膜に極端紫外光をフォトマスクを介して照射する露光方法及び露光装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

半導体集積回路を構成する半導体素子の微細化に伴って、配線のパターン寸法の微細化が求められている。微細なパターンを加工するためにはリソグラフィ技術が不可欠であり、特に、 $0.07\mu\text{m}$ 以下の配線幅を有するパターンの形成工程においては、 $13\text{nm}$ 帯の波長を持つ極端紫外光（EUV光；Extreme Ultra-Violet）を露光光とするリソグラフィ技術が非常に期待されている。

## 【 0 0 0 3 】

EUV光は波長が短いため、従来のクリプトンフロライド（KrF）エキシマレーザ（波長： $248\text{nm}$ 帯）又はアルゴンフロライド（ArF）エキシマレーザ（波長： $193\text{nm}$ 帯）を用いるリソグラフィのように空气中又は窒素の雰囲気中で露光を行なうと、露光光が酸素分子又は窒素分子に吸収されてしまう。このため、EUV露光は真空中で行なう必要がある。

## 【 0 0 0 4 】

図6は、従来のEUV露光装置の概略断面構造を示している。真空チャンバー1の下部には基板ホルダー2が設けられており、該基板ホルダー2は、表面にレジスト膜3が形成された半導体基板4を保持している。また、真空チャンバー1の上部には、所望のマスクパターンが形成されている反射型マスク5を保持するマスクホルダー6が設けられている。

## 【 0 0 0 5 】

真空チャンバー1の上にはEUV光を出射するEUV光源7が設けられており、該EUV光源7から出射されたEUV光は、反射ミラー8により反射型マスク5に向かって反射された後、該反射型マスク5により再び反射され、反射縮小光学系9を通過してレジスト膜3に例えば $1/5$ 程度に縮小された状態で照射される。これにより、反射型マスク8に形成されているマスクパターンは、レジスト膜3に転写される。

## 【 0 0 0 6 】

図7は、化学増幅型レジスト材料からなるレジストパターンを形成する従来のプロセスフローを示している。

【 0 0 0 7 】

まず、ステップ S B 1 において、半導体基板の上にレジストを塗布してレジスト膜を形成した後、ステップ S B 2 において、レジスト膜に対してプリベークを行なってレジスト膜に含まれている溶剤を揮散させる。

【 0 0 0 8 】

次に、ステップ S B 3 において、E U V 光をレジスト膜に照射するパターン露光を行なって、反射型マスクのパターンをレジスト膜に転写した後、ステップ S B 4 において、レジスト膜に対してポストベーク（露光後ベーク）を行なって、レジスト膜の露光部又は未露光部において酸を拡散させる。

【 0 0 0 9 】

次に、ステップ S B 5 において、レジスト膜をアルカリ性現像液により現像してレジストパターンを形成する。

【 0 0 1 0 】

尚、通常のレジスト材料（非化学増幅型レジスト材料）からなるレジストパターンを形成する場合には、E U V 光を照射してパターン露光を行なった後、ポストベークを行なうことなくレジスト膜を現像して、レジストパターンを形成する。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、本件発明者が E U V 光を用いて、反射型マスク 5（フォトマスク）に形成されているマスクパターンをレジスト膜 3 に転写する工程を繰り返し行なったところ、レジスト膜 3 に照射される E U V 光の露光量が次第に低下してしまい、パターン露光を再現性良く行なうことができないという問題に直面した。

【 0 0 1 2 】

前記に鑑み、本発明は、E U V 光を用いてフォトマスクに形成されているマスクパターンをレジスト膜に転写する工程を繰り返し行なっても、レジスト膜に照射される露光量が低下せず、パターン露光を再現性良く行なえるようにすることを目的とする。

【 0 0 1 3 】



## 【課題を解決するための手段】

本件発明者は、EUV光により繰り返しパターン露光を行なうと、レジスト膜に照射される露光量が低下する理由について検討した結果、EUV露光を繰り返し行なうと、パターン露光に用いたフォトマスクが汚染してしまい、これによって、レジスト膜に照射される露光量が低下するということに気がついた。

## 【0014】

そこで、EUV露光を繰り返し行なうとマスクの表面が汚染される原因について検討を行なった結果、以下の現象を見い出した。すなわち、EUV光を用いるパターン露光は、EUV光をフォトマスクに対して、真空中において約100 eVという高エネルギーで照射するため、レジスト膜からの脱ガス（例えばCO<sub>2</sub>ガス）に起因して発生する反応生成物例えばCO<sub>x</sub>（ $x < 2$ ）がフォトマスクの表面に付着したり、又は露光チャンバー内に微量存在する炭素化合物が高エネルギーのEUV光の照射によって炭化物質に変化してフォトマスクの表面に付着したりするので、フォトマスクの表面に炭素を含む堆積膜が形成され、これによって、フォトマスクからレジスト膜に向かって出射される露光光の光量が低減してしまうということを見い出した。

## 【0015】

本発明は、前記の知見に基づいて成されたものであって、具体的には以下の通りである。

## 【0016】

本発明に係る第1の露光方法は、極端紫外光を、所望のパターンが形成されているフォトマスクを介してレジスト膜に照射して、所望のパターンをレジスト膜に転写する露光方法を前提とし、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射する前に、フォトマスクの表面に付着している堆積膜を除去するクリーニング工程を備えている。

## 【0017】

第1の露光方法によると、フォトマスクの表面に付着している堆積膜を除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射するため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パタ

ーン露光を再現性良く行なうことができる。

【 0 0 1 8 】

第 1 の露光方法において、クリーニング工程は、フォトマスクの表面に付着している堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 1 9 】

このようにすると、フォトマスクの表面に付着している堆積膜は $\text{CO}_x$  ( $x < 2$ ) からなる反応生成物が主成分であるため、フォトマスクの表面に付着している堆積膜は酸素プラズマにより効率良く除去される。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る第 2 の露光方法は、表面にレジスト膜が形成されている基板を真空チャンバーの内部に保持する工程と、真空チャンバーの内部において、所望のパターンを有するフォトマスクの表面に形成されている堆積膜を真空チャンバーの内部に発生させた酸素プラズマにより除去する工程と、極端紫外光を、表面に形成されている堆積膜が除去されたフォトマスクを介してレジスト膜に照射してフォトマスクのパターンをレジスト膜に転写する工程とを備えている。

【 0 0 2 1 】

第 2 の露光方法によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射するため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パターン露光を再現性良く行なうことができる。

【 0 0 2 2 】

本発明に係る第 3 の露光方法は、第 1 の真空チャンバーの内部において、所望のパターンを有するフォトマスクの表面に形成されている堆積膜を、第 1 の真空チャンバーの内部に発生させた酸素プラズマにより除去する工程と、第 2 の真空チャンバーの内部において、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する工程と、表面に形成されている堆積膜が除去されたフォトマスクを第 1 の真空チャンバーの内部から第 2 の真空チャンバーの内部にインラインで移送する工程と、第 2 の真空チャンバーの内部において、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射してフォトマスクのパターンをレジスト膜に転写する工程とを備

えている。

【 0 0 2 3 】

第 3 の露光方法によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射するため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パターン露光を再現性良く行なうことができる。また、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程と、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射する工程とは異なるチャンバーで行なわれるため、フォトマスクから除去された堆積膜が、再びフォトマスクに付着したり又は他の光学系に付着したりする事態が防止される。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る第 1 の露光装置は、真空チャンバーと、真空チャンバーの内部に設けられ、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する基板ホルダーと、真空チャンバーの内部に設けられ、極端紫外光を所望のパターンが形成されているフォトマスクを介してレジスト膜に照射してフォトマスクのパターンをレジスト膜に転写する光学系と、真空チャンバーの内部に酸素ガスを導入するガス導入手段と、真空チャンバーの内部に導入された酸素ガスからなるプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備えている。

【 0 0 2 5 】

第 1 の露光装置によると、真空チャンバーの内部に酸素ガスを導入する手段と、真空チャンバーの内部に導入された酸素ガスからなるプラズマを発生させる手段とを備えているため、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射することができるので、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減せず、これによって、パターン露光を再現性良く行なうことができる。

【 0 0 2 6 】

本発明に係る第 2 の露光装置は、第 1 の真空チャンバーと、第 1 の真空チャンバーの内部に酸素ガスを導入するガス導入手段と、第 1 の真空チャンバーの内部

に導入された酸素ガスからなるプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、第2の真空チャンバーと、第2の真空チャンバーの内部に設けられ、表面にレジスト膜が形成されている基板を保持する基板ホルダーと、第2の真空チャンバーの内部に設けられ、極端紫外光を所望のパターンが形成されているフォトマスクを介してレジスト膜に照射してフォトマスクのパターンをレジスト膜に転写する光学系と、光学系を構成するフォトマスクを第1のチャンバーの内部と第2のチャンバーの内部との間でインラインで移送する移送手段とを備えている。

## 【0027】

第2の露光装置によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射するため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パターン露光を再現性良く行なうことができる。また、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程と、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射する工程とは異なるチャンバーで行なうことができるため、フォトマスクから除去された堆積膜が、再びフォトマスクに付着したり又は他の光学系に付着したりする事態を防止することができる。

## 【0028】

## 【発明の実施の形態】

## (第1の実施形態)

以下、第1の実施形態に係る露光方法について、図1のフロー図を参照しながら説明する。

## 【0029】

まず、ステップSA1において、半導体基板上に化学増幅型レジスト材料を塗布してレジスト膜を形成した後、ステップSA2において、レジスト膜に対してプリバークを行なってレジスト膜に含まれている溶剤を揮散させる。

## 【0030】

ステップSA3において、パターン露光に用いる反射型マスクの表面を、酸素プラズマによりクリーニングして、反射型マスクの表面に形成されている堆積膜

を除去する。反射型マスクとしては、その種類を特に問わないが、例えばポリブデン膜とシリコン膜との多層膜からなるEUV光反射膜の上に、EUV光吸収体であるタンタルからなるマスクパターンが形成されたものを用いることができる。

#### 【0031】

ステップSA4において、波長が13nm帯であるEUV光をレジスト膜に照射するパターン露光を行なって、反射型マスクに形成されているマスクパターンをレジスト膜に転写した後、ステップSA5において、レジスト膜にポストベークを行なって、レジスト膜の露光部又は未露光部において酸を拡散させる。

#### 【0032】

ステップSA6において、レジスト膜をアルカリ性現像液により現像してレジストパターンを形成する。

#### 【0033】

第1の実施形態によると、反射型マスクの表面を酸素プラズマによりクリーニングして、反射型マスクの表面に形成されている堆積膜を除去してから、EUV光をレジスト膜に照射するため、レジスト膜に照射されるEUV光の露光量が低減しないので、レジストパターンを再現性良く形成することができる。

#### 【0034】

尚、反射型マスクに対してクリーニングすると共に、露光装置のチャンバー内に設けられている光学系例えば反射型ミラー又は縮小光学系に対しても、酸素プラズマを用いてクリーニングを行なうことが好ましい。このようにすると、光学系における露光量の低減が一層防止されるので、レジストパターンを一層再現性良く形成することができる。

#### 【0035】

また、反射型マスクの表面を酸素プラズマによりクリーニングする工程は、EUV露光を行なう際に毎回行なうことが好ましいが、チャンバー内の真空度を高くして、チャンバー内に微量存在する炭素化合物が炭化物質に変化する程度を抑制できる場合には、反射型マスクの表面を酸素プラズマによりクリーニングする工程はパターン露光を行なう度毎に行なわず、数回程度のパターン露光に対し

て1回のクリーニングを行なってもよい。

【0036】

また、EUV光としては、波長が13nm帯の光に限定されず、3nm帯～50nm帯の光を適宜用いることができる。

【0037】

さらに、非化学増幅型レジストからなるレジストパターンを形成する場合には、レジスト膜に対してプリベークを行なった後、パターン露光に用いる反射型マスクの表面を酸素プラズマによりクリーニングし、次に、レジスト膜にEUV光を照射してパターン露光を行なった後、ポストベークを行なうことなくレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する。

【0038】

(第2の実施形態)

以下、第2の実施形態として、第1の実施形態に係る露光方法を行なうための露光装置について図2を参照しながら説明する。

【0039】

図2に示すように、真空チャンバー100の下部には基板ホルダー101が設けられており、該基板ホルダー101は、表面にレジスト膜102が形成された半導体基板103を保持している。

【0040】

真空チャンバー100の上部には、真空チャンバー100の内部において水平方向(図2における左右方向)へ移動可能なマスクホルダー104が設けられており、該マスクホルダー104は高周波印加電極105を介して反射型マスク106を保持している。高周波印加電極105には整合回路107を介して高周波電源108が接続されている。

【0041】

マスクホルダー104が真空チャンバー100の内部において図2における右方向へ移動したときに、マスクホルダー104に固定されている高周波印加電極105と対向する位置には対向電極109が設けられており、該対向電極109は接地されている。従って、高周波印加電極105と対向電極109とが対向し

た状態で、高周波印加電極 1 0 5 に高周波電源 1 0 8 から高周波電力を供給すると、高周波印加電極 1 0 5 と対向電極 1 0 9 との間にプラズマが発生する。

【 0 0 4 2 】

従来と同様、真空チャンバー 1 0 0 の上には E U V 光を出射する E U V 光源 1 1 0 が設けられていると共に、真空チャンバー 1 0 0 の内部には、E U V 光源 1 1 0 から出射された E U V 光を反射型マスク 1 0 6 に向かって反射する反射ミラー 1 1 1 と、反射型マスク 1 0 6 により反射された E U V 光を例えば 1 / 5 程度に縮小して半導体基板 1 0 3 上のレジスト膜 1 0 2 に照射させる反射縮小光学系 1 1 2 とが設けられている。尚、反射縮小光学系 1 1 2 は、モリブデン膜とシリコン膜との多層膜からなる反射面を有する数枚の反射ミラーにより構成されている。

【 0 0 4 3 】

真空チャンバー 1 0 0 には、酸素ガスを内部に導入するためのガス導入口 1 1 3 と、反応生成ガスを外部に排出するためのガス排出口 1 1 4 が設けられている。

【 0 0 4 4 】

尚、第 2 の実施形態においては、高周波印加電極 1 0 5 と対向電極 1 0 9 とを有する平行平板型のプラズマ発生装置を用いたが、他の方式によりプラズマを発生させてもよい。

【 0 0 4 5 】

以下、図 2 ～図 4 を参照しながら、第 2 の実施形態に係る露光装置を用いて行なう露光方法について説明する。

【 0 0 4 6 】

まず、図 2 に示すように、表面にレジスト膜 1 0 2 が形成されている半導体基板 1 0 3 を基板ホルダー 1 0 1 上に保持した後、マスクホルダー 1 0 4 を真空チャンバー 1 0 0 の内部において図 2 における右方向へ移動させて、マスクホルダー 1 0 4 に固定されている高周波印加電極 1 0 5 を対向電極 1 0 9 と対向させる。

【 0 0 4 7 】

次に、図3に示すように、真空チャンバー100に設けられたガス導入口113から真空チャンバー100内に酸素ガスを真空度が25～30Pa程度になるように導入すると共に、高周波電源108から高周波印加電極105に高周波電力を印加する。このようにすると、高周波印加電極105と対向電極109との間に酸素プラズマ115が発生するため、反射型マスク106の表面に形成されている堆積膜は酸素プラズマにより除去されるので、反射型マスク106の表面はクリーニングされる。尚、堆積膜と酸素プラズマとの反応により生成されたCO<sub>2</sub>等の反応生成物はガス排出口114から外部に排出される。

## 【0048】

次に、図4に示すように、マスクホルダー104を真空チャンバー100の内部において図4における左方向へ移動させて、マスクホルダー104に保持されている反射型マスク106を反射ミラー111と反射縮小光学系112との間の位置に移動した後、EUV露光源110からEUV光を出射させる。このようにすると、EUV光は、反射ミラー111により反射型マスク105に向かって反射された後、反射型マスク105により再び反射されるので、反射型マスク105からはパターン状のEUV光が出射される。パターン状のEUV光は、反射縮小光学系112を通過して例えば1/5程度に縮小された後、レジスト膜102に転写される。

## 【0049】

第2の実施形態によると、反射型マスク105の表面を酸素プラズマによりクリーニングを行なって、反射型マスク105の表面に形成されている堆積膜を除去してから、EUV光をレジスト膜102に照射するため、レジスト膜102に照射されるEUV光の露光量が低減しないので、レジストパターンを再現性良く形成することができる。

## 【0050】

## (第3の実施形態)

以下、第3の実施形態として、本発明に係るパターン形成方法を行なうための露光装置について図5を参照しながら説明する。

## 【0051】



図5に示すように、露光装置は、内部が真空中に保持される露光用チャンバー200と、内部が真空中に保持されるプラズマ発生用チャンバー210と、露光用チャンバー200とプラズマ発生用チャンバー210とを連通させる連通室220とを備えている。

## 【0052】

露光用チャンバー200内の下部には基板ホルダー201が設けられており、該基板ホルダー201は、表面にレジスト膜が形成された半導体基板202を保持している。露光用チャンバー200内の上部にはマスクホルダー203が設けられており、該マスクホルダー203は反射型マスク204を着脱可能に保持することができる。

## 【0053】

図示は省略しているが、露光用チャンバー200の上にはEUV光を出射するEUV光源が設けられていると共に、露光用チャンバー200の内部には、EUV光源から出射されたEUV光を反射型マスク204に向かって反射する反射ミラーと、反射型マスク204により反射されたEUV光を例えば1/5程度に縮小して半導体基板202上のレジスト膜に照射させる反射縮小光学系とが設けられている。

## 【0054】

プラズマ発生用チャンバー210内の上部には、高周波印加電極211が設けられており、図示は省略しているが、高周波印加電極211は整合回路を介して高周波電源に接続されている。プラズマ発生用チャンバー210内の下部における高周波印加電極211と対向する位置には対向電極212が設けられており、該対向電極212は反射型マスク204を着脱可能に保持することができる。対向電極212は接地されており、高周波印加電極211に高周波電力を供給すると、高周波印加電極211と対向電極212との間にプラズマが発生する。尚、プラズマ発生用チャンバー210には、酸素ガスを内部に導入するためのガス導入口213と、反応生成ガスを外部に排出するためのガス排出口214が設けられている。

## 【0055】

露光用チャンバー 2 0 0 の内部には、反射型マスク 2 0 4 を保持するアーム 2 0 5 a を有し、該アーム 2 0 5 a を伸縮させる運動、アーム 2 0 5 a をその軸を中心として回転させる運動及びアーム 2 0 5 a を水平方向に旋回させる運動を行なう駆動手段を備えたハンドリングロボット 2 0 5 が設けられており、該ハンドリングロボット 2 0 5 は反射型マスク 2 0 4 を対向電極 2 1 2 とマスクホルダー 2 0 3 との間に交互に移送することができる。

【 0 0 5 6 】

連通室 2 2 0 にはシャッター 2 2 1 が設けられており、該シャッター 2 2 1 を駆動手段により連通室 2 2 0 に対して進出させることにより、露光用チャンバー 2 0 0 とプラズマ発生用チャンバー 2 1 0 との間を連通させたり遮断させたりすることができる。

【 0 0 5 7 】

以下、第 3 の実施形態に係る露光装置を用いて行なう露光方法について説明する。

【 0 0 5 8 】

まず、ハンドリングロボット 2 0 5 を駆動して、該ハンドリングロボット 2 0 5 のアーム 2 0 5 a に保持されている反射型マスク 2 0 4 を対向電極 2 1 2 に保持させた後、シャッター 2 2 1 を閉じて露光用チャンバー 2 0 0 とプラズマ発生用チャンバー 2 1 0 とを遮断する。

【 0 0 5 9 】

次に、ガス導入口 2 1 3 から真空チャンバー 2 1 0 内に酸素ガスを真空度が 2 5 ～ 3 0 P a 程度になるように導入すると共に、高周波印加電極 2 1 1 に高周波電力を印加して、高周波印加電極 2 1 1 と対向電極 2 1 2 との間に酸素プラズマを発生させる。このようにすると、反射型マスク 2 0 4 の表面に形成されている堆積膜は酸素プラズマにより除去されるので、反射型マスク 2 0 4 の表面はクリーニングされる。

【 0 0 6 0 】

次に、シャッター 2 2 1 を開いて露光用チャンバー 2 0 0 とプラズマ発生用チャンバー 2 1 0 とを連通させた状態で、ハンドリングロボット 2 0 5 を駆動して

、対向電極 2 1 2 に保持されている反射型マスク 2 0 4 をマスクホルダー 2 0 3 に移送する。

【 0 0 6 1 】

次に、シャッター 2 2 1 を閉じて露光用チャンバー 2 0 0 とプラズマ発生用チャンバー 2 1 0 とを遮断した後、E U V 露光源から E U V 光を出射させる。このようにすると、E U V 光は、反射ミラーにより反射型マスク 2 0 4 に向かって反射された後、反射型マスク 2 0 4 により再び反射されるので、反射型マスク 2 0 4 からはパターン状の E U V 光が出射される。パターン状の E U V 光は、反射縮小光学系を通過して例えば 1 / 5 程度に縮小された後、半導体基板 2 0 2 上のレジスト膜に転写される。

【 0 0 6 2 】

第 3 の実施形態によると、反射型マスク 2 0 4 の表面を酸素プラズマによりクリーニングを行なって、反射型マスク 2 0 4 の表面に形成されている堆積膜を除去してから、E U V 光をレジスト膜に照射するため、レジスト膜に照射される E U V 光の露光量が低減しないので、レジストパターンを再現性良く形成することができる。

【 0 0 6 3 】

また、反射型マスク 2 0 4 の表面に形成されている堆積膜を除去するクリーニング工程はプラズマ発生用チャンバー 2 1 0 の内部において行なわれ、E U V 露光工程は、プラズマ発生用チャンバー 2 1 0 と遮断された露光用チャンバー 2 0 0 の内部において行なわれるため、反射型マスク 2 0 4 の表面から除去された堆積膜により、反射ミラー又は反射縮小光学系等の光学系が汚染される恐れはない。

【 0 0 6 4 】

尚、第 3 の実施形態においては、高周波印加電極 2 1 1 と対向電極 2 1 2 とを有する平行平板型のプラズマ発生装置を用いたが、他の方式によりプラズマを発生させてもよい。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

本発明に係る第 1 ～第 3 の露光方法によると、フォトマスクの表面に付着している堆積膜を除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射するため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パターン露光を再現性良く行なうことができる。

【 0 0 6 6 】

特に、第 3 の露光方法によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程と、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射する工程とは異なるチャンバーで行なわれるため、フォトマスクから除去された堆積膜が、再びフォトマスクに付着したり又は他の光学系に付着したりする事態が防止される。

【 0 0 6 7 】

本発明に係る第 1 又は第 2 の露光装置によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去してから、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射することができるため、フォトマスクからレジスト膜に照射される極端紫外光の露光量が低減しないので、パターン露光を再現性良く行なうことができる。

【 0 0 6 8 】

特に、第 2 の露光装置によると、フォトマスクの表面に形成されている堆積膜を酸素プラズマにより除去する工程と、極端紫外光をフォトマスクを介してレジスト膜に照射する工程とは異なるチャンバーで行なうことができるため、フォトマスクから除去された堆積膜が、再びフォトマスクに付着したり又は他の光学系に付着したりする事態を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係る露光方法を説明するフロー図である。

【図 2】

第 2 の実施形態に係る露光装置の概略断面図である。

【図 3】

第 2 の実施形態に係る露光方法を説明する概略断面図である。

【図 4】

第 2 の実施形態に係る露光方法を説明する概略断面図である。

【図 5】

第 3 の実施形態に係る露光装置の概略平面図である。

【図 6】

従来の露光装置の概略断面図である。

【図 7】

従来の露光方法を説明するフロー図である。

【符号の説明】

- 1 0 0 真空チャンバー
- 1 0 1 基板ホルダー
- 1 0 2 レジスト膜
- 1 0 3 半導体基板
- 1 0 4 マスクホルダー
- 1 0 5 高周波印加電極
- 1 0 6 反射型マスク
- 1 0 7 整合回路
- 1 0 8 高周波電源
- 1 0 9 対向電極
- 1 1 0 E U V 光源
- 1 1 1 反射ミラー
- 1 1 2 反射縮小光学系
- 1 1 3 ガス導入口
- 1 1 4 ガス排出口
- 2 0 0 露光用チャンバー
- 2 0 1 基板ホルダー
- 2 0 2 半導体基板
- 2 0 3 マスクホルダー
- 2 0 4 反射型マスク

2 0 5    ハンドリングロボット

2 0 5 a   アーム

2 1 0    プラズマ発生用チャンバー

2 1 1    高周波印加電極

2 1 2    対向電極

2 1 3    ガス導入口

2 1 4    ガス排出口

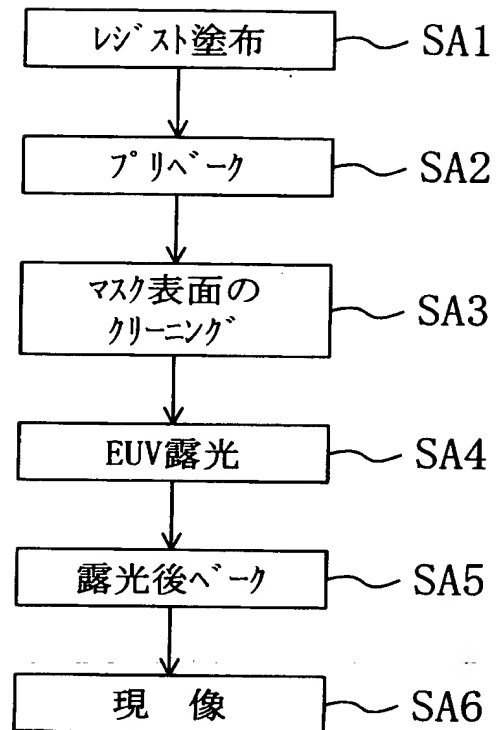
2 2 0    連通室

2 2 1    シャッター

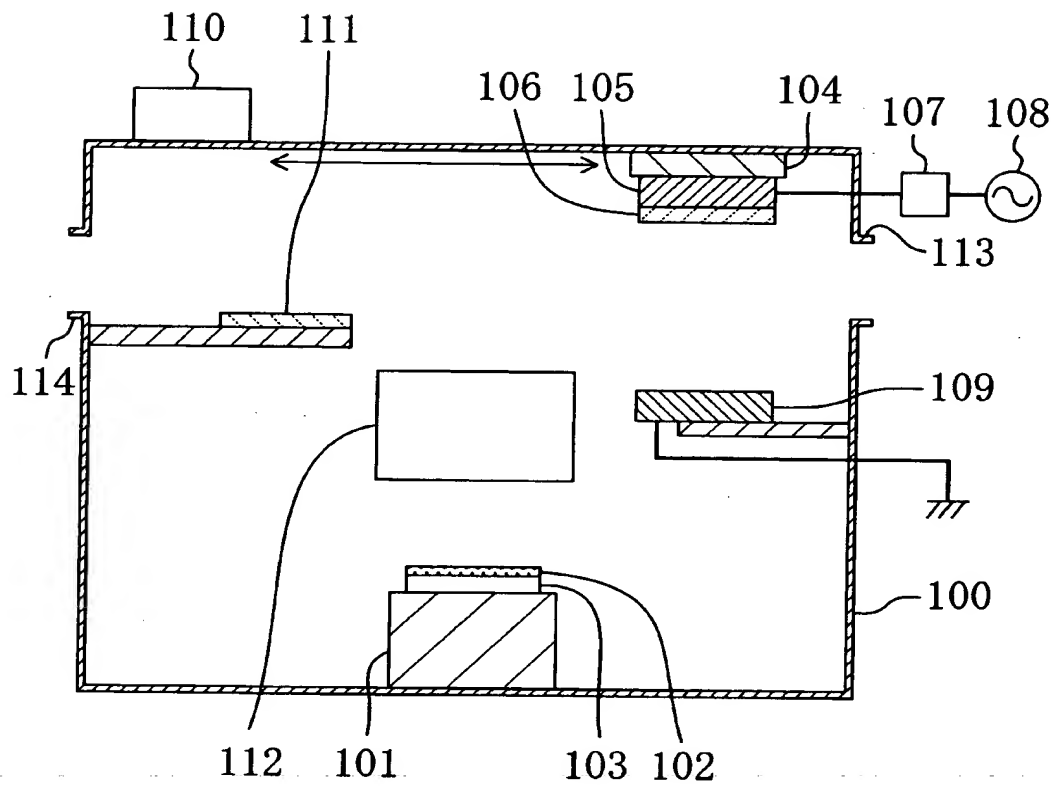
【書類名】

図面

【図 1】

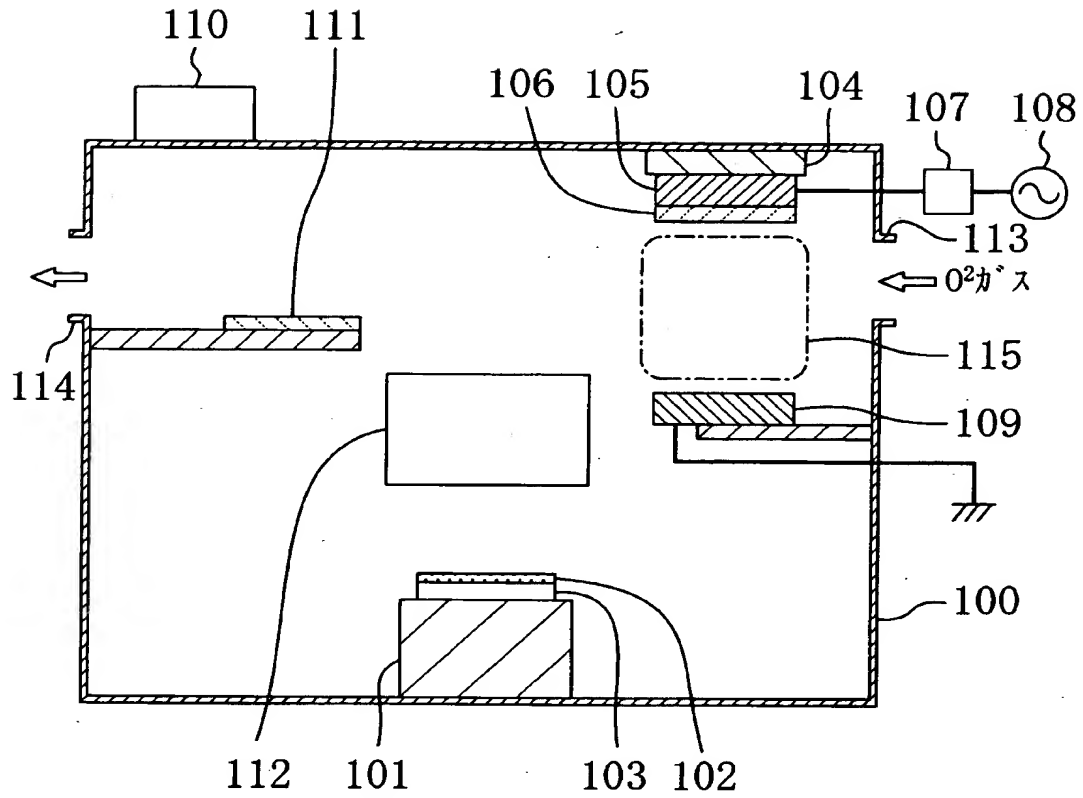


【図 2】

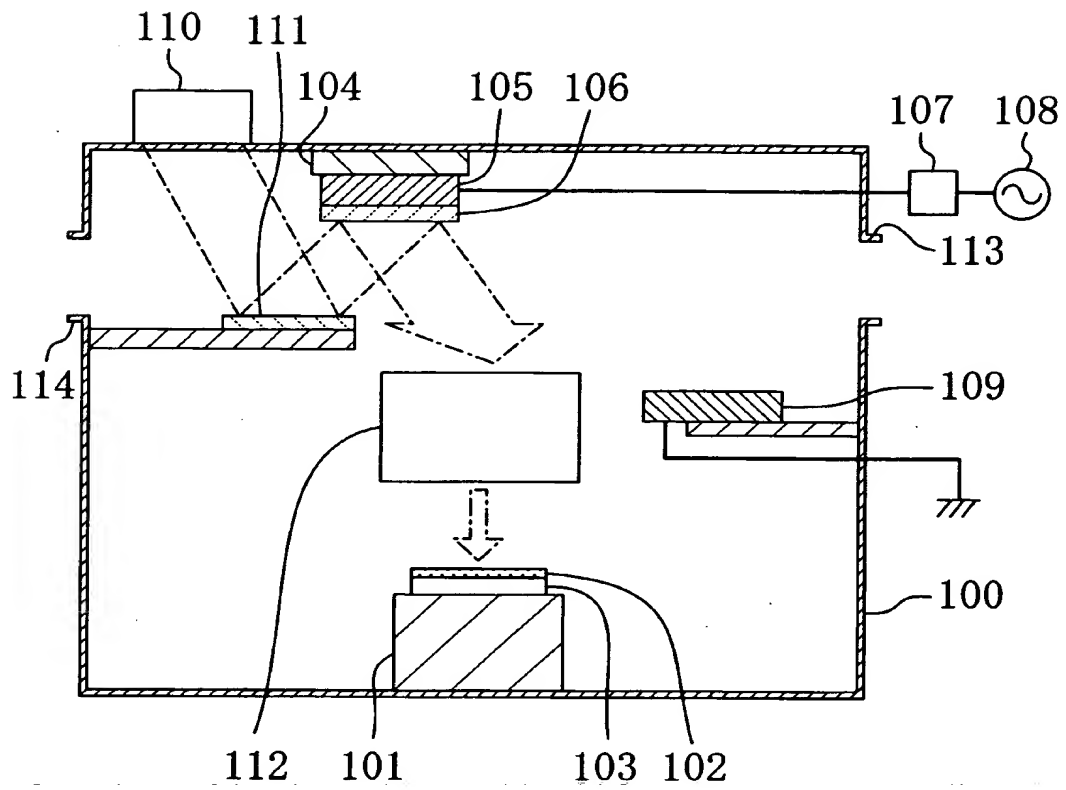




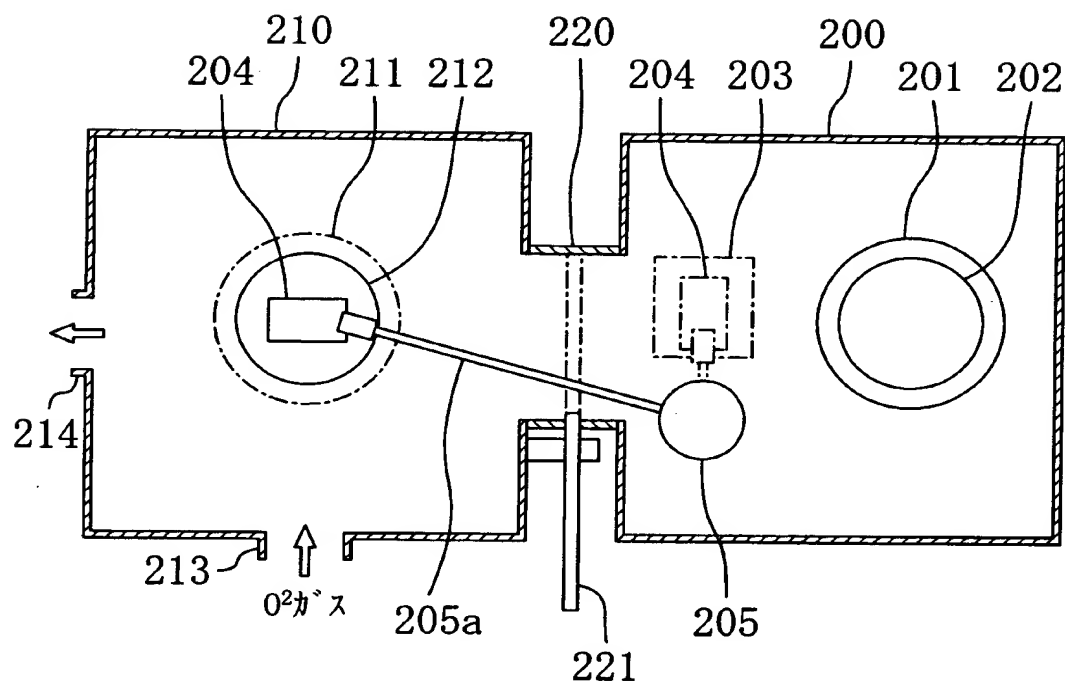
【図 3】



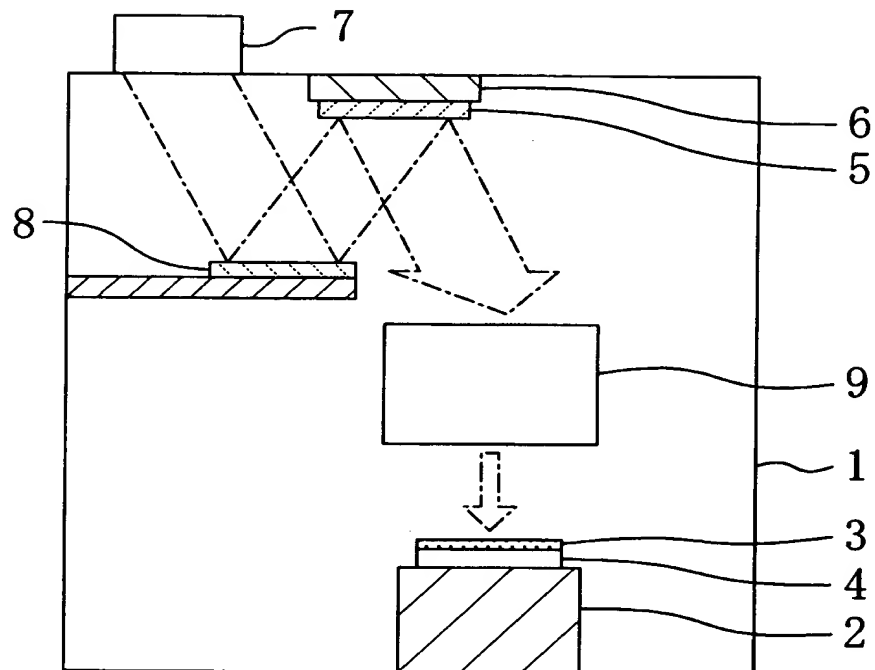
【図4】



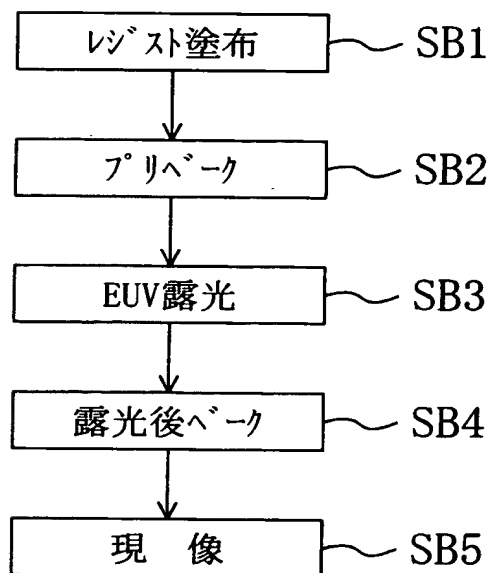
【図 5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 E U V 光を用いてマスクに形成されているマスクパターンをレジスト膜に転写する工程を繰り返し行なっても、レジスト膜に照射される露光量が低下しないようにする。

【解決手段】 真空チャンバー 1 0 0 の内部において、所望のパターンを有する反射型マスク 1 0 6 の表面に形成されている堆積膜を真空チャンバー 1 0 0 の内部に発生させた酸素プラズマ 1 1 5 により除去する。真空チャンバー 1 0 0 の内部において、E U V 光源から出射された E U V 光を、堆積膜が除去された反射型マスク 1 0 6 を介してレジスト膜 1 0 2 に照射して、反射型マスク 1 0 6 のパターンをレジスト膜 1 0 2 に転写する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社